

Результаты расчетов $V(R)$ для существенно отличающихся профилей $N(h)$, полученных в ходе экспериментальных исследований в прибрежной зоне акватории, показывают, что и в сантиметровом диапазоне длин волн расчеты поля можно выполнять методом эквивалентных источников. Как видно из данных на рис.1б и 2б, удовлетворительные результаты расчета получаются для диапазона дальностей, использовавшихся в процессе проведения комплексных исследований.

Промежуточный расчет граничного поля на плоскости Q, которая находится в зоне прямой видимости антенны передатчика и приемника (поля эквивалентных источников излучения), существенно упрощает решение задачи диагноза и текущего прогноза условий распространения СВЧ радиоволн, по крайней мере, в области полутени и ближней тени.

Литература

1. Хитни Г.В., Рихтер Ю.Х., Папперт Р.А., Андерсон К.Д., Баумгартнер Дж.Б. Распространение радиоволн в тропосфере: Обзор. // ТИИЭР, 1985, т.73, N2, С.106-128.
2. Диагностика условий распространения УКВ в тропосфере: / Под ред.Г.И. Хлопова. Киев: Наукова думка, 2010. 264с.
3. Жуков Б.В., Ключева А.Н., Петров В.А. Оценка дистанционных зависимостей УВЧ радиополя над морем для произвольных высотных профилей коэффициента преломления воздуха. Радиотехника: Всеукр. Межвед. Науч.-техн. сб. 2011. Вып. 164. С. 58 – 65.
4. Петров В.А., Ключева А.Н., Павлова О.Л. Оценка текущих условий загоризонтного распространения УКВ по заданному пространственному распределению коэффициента преломления воздуха// Радиотехника: Всеукр. межвед. науч. - техн. сб. 2011, вып.166. С. 214 - 222.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С ФОКУСИРОВКОЙ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

Е.Л. Варенцов, М.И. Дудкин, И.А. Илларионов

(Нижний Новгород, ФГУП “ФНПЦ НИИ измерительных систем им. Ю.Е. Седакова”,
illarionovi@list.ru)

THE EXPERIMENTAL ANALYSIS OF RADIATION OF THE NEAR-FIELD-FOCUSED PLANAR ARRAY

E.L. Varentsov, M.I. Dudkin, I.A. Illarionov

В основном антенны разрабатываются для обеспечения требуемых энергетических характеристик в их дальней зоне. Однако для отдельных специальных задач необходимо обеспечить фокусировку электромагнитных волн в точках, расположенных близко к апертуре антенны, в ближней зоне антенны: дистанционное зондирование, беспроводная передача энергии, RFID – технологии [1, 2, 3]. Фокусировку в ближней зоне можно осуществить несколькими способами [1, 2, 4], например, располагая диэлектрические линзы в раскрыве рупорных или зеркальных антенн или применяя фазированные антенные решетки с квадратичным фазовым распределением возбуждения.

В данной работе описываются этапы разработки и результаты численного и экспериментального исследования микрополосковой антенной решетки С-диапазона с фокусировкой в ближней зоне. Рабочая частота антенны $f_0 = 5 ГГц$. Одной из главных целей, преследуемой в данной работе, является достижение широкой рабочей частотной полосы антенны (более

30% f_0), что позволяет не только сфокусировать электромагнитные волны в ближней зоне антенны, но и реализовать процесс сканирования – перемещение сфокусированного пятна по оси, нормальной к апертуре антенной решетки, с изменением частоты. Для достижения этой цели в качестве излучающего элемента решетки был выбран микрополосковый прямоугольный печатный излучатель с U-образной щелью, возбужденный коаксиальным волноводом, как наиболее простой при макетировании элемент, позволяющий реализовать относительную ширину частотной полосы до 40% [5].

Фазовое распределение возбуждения решетки с фокусировкой в ближней зоне:

$$U(x, y) = \exp\left(i \frac{k}{2F} (x^2 + y^2)\right), \text{ где } x \text{ и } y \text{ координаты точки на апертуре антенны, а } k=2\pi/\lambda, \lambda -$$

длина волны в свободном пространстве, было реализовано для решетки размером 4×4 элемента (данный размер решетки наименьший, при котором можно получить эффект фокусировки в ближней зоне [1]). Фокусное расстояние для частоты 5 ГГц равно 120 мм, т.е. 2λ . Выбор фокусного расстояния был сделан согласно рекомендациям [1]. В связи с тем, что в качестве излучающего элемента антенной решетки используется микрополосковый прямоугольный печатный излучатель, была выбрана микрополосковая система возбуждения параллельного типа с использованием микрополосковых линий и Т-делителей. Внешний вид макета разработанной антенной решетки с фокусировкой в ближней зоне показан на рис.1.

На рис.1(а) изображено излучающее полотно решетки – система микрополосковых излучателей, на рис. 1(б) система возбуждения решетки, построенная на основе микрополосковых линий и Т-делителей, обеспечивающая квадратичное фазовое распределение возбуждения. Разработанная АР двухслойная (с двумя диэлектрическими пластинами) с использованием фторопласта и армированного фторопласта.

На рис.2 приведена экспериментально полученная частотная зависимость коэффициента отражения антенной решетки, изображенной на рис.1. Как видно из рис.2, рабочая частотная полоса антенны составляет 4.1-6 ГГц, т.е. 37% f_0 по уровню КСВ равном 2.5.

Экспериментальное исследование разработанной антенной решетки проводилось с помощью измерительного комплекса, предназначенного для исследования амплитудно-фазового распределения электромагнитного поля вблизи апертур антенн, а также последующего пересчета измеренных полей в ближней зоне в дальнюю зону с целью получения характеристик излучения.

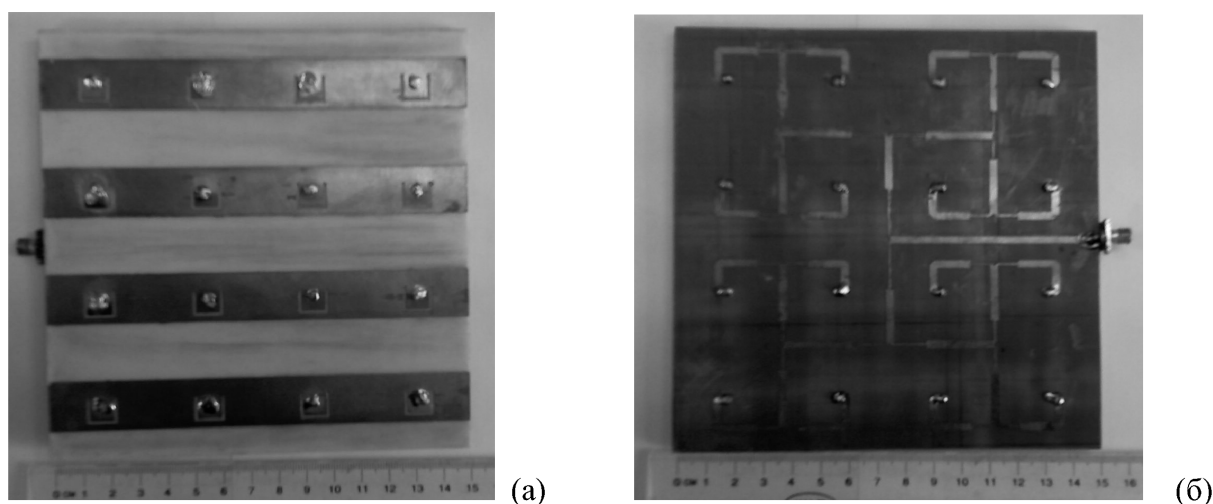


Рис. 1

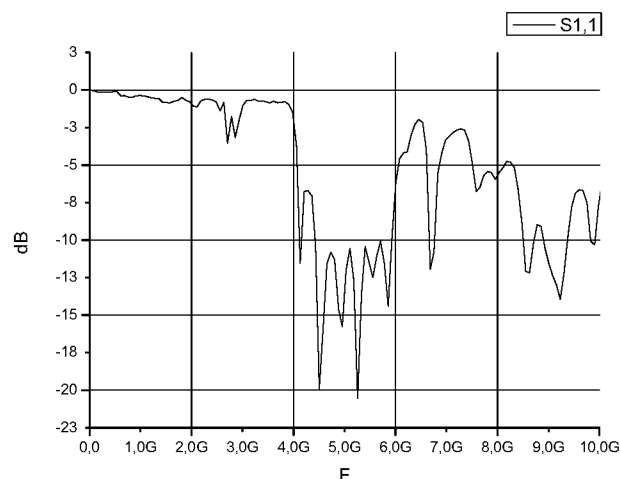


Рис. 2

Была изучена возможность изменения фокусного расстояния антенной решетки с фокусировкой в ближней зоне с помощью изменения частоты возбуждения. В работе приводятся результаты экспериментальных исследований, хорошо согласующиеся с данными численного моделирования.

Литература

1. A. Buffi, P. Nepa, and G. Manara “Design criteria for Near-Field-Focused planar array” IEEE Antennas and Propag. Magazine, vol. 54, no.1, pp.40–50, 2012.
2. A. Buffi, A. A. Serra, P. Nepa, H.T. Chou and G. Manara “A Focused planar microstrip array-for 2.4 GHz RFID readers,” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. AP-58, no.5, pp.1536–1544, 2010.
3. S. Karimkashi and A. A. Kishk “Focused microstrip array antenna using a Dolph-Chebyshev near-field design” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. AP-57, no.12, pp.3813–3820, 2009.
4. R. C. Hansen “Focal region characteristics of focused array antennas” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. AP-33, no.12, pp.1328–1337, 1985.
5. S. Weigand, G.H. Huff, K.H. Pan, and J.T. Bernhard “Analysis and design of broad-band single-layer rectangular U-slot microstrip patch antenna,” IEEE Trans. Antennas Propag., vol. AP-51, no.3, pp.457–468, 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С МИКРОПОЛОСКОВЫМИ ПЕЧАТНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ Ku ДИАПАЗОНА

Е.Л. Варенцов, И.А. Илларионов

(Нижний Новгород, ФГУП “ФНПЦ НИИ измерительных систем им. Ю.Е. Седакова”,
illarionovi@list.ru)

THE ANALYSIS OF RADIATION OF Ku-BAND MICROSTRIP WIDE-BAND ANTENNA ARRAY

E.L. Varentsov, I.A. Illarionov

Основной проблемой при проектировании микрополосковых антенных решеток (АР) является взаимодействие излучающих элементов, расположенных на единой подложке. При этом, более всего сказывается взаимодействие по внутреннему пространству, причиной которого являются поверхностные моды в подложке АР. Следствием взаимодействия элементов является рост коэффициента отражения элементов, их рассогласование с возбуждающей линией [1].